Câblage de Réseaux Ethernets

A.MESBAHI

Ethernet à 10Mbps

- **10Base5 ou thick Ethernet (épais) câble coaxial**
  - 10 pour le débit (Mb/s), Base pour signal en bande de base et 5 pour la taille max. du segment (x100m)
- **10Base2 ou thin Ethernet (fin) câble coaxial**
  - longueur max: 185 m
- **10Base-T : paire torsadée non blindée (UTP)**
  - 100m maximum, catégories : 3, 5 les plus fréquentes
- **10Base-F ou fibre optique**
  - 2 km entre répéteurs, immunité électro-magnétique
  - Supporte facilement l'augmentation de débit

Topologie 10BASE-5 (1/2)

• **Caractéristiques :**

- NATURE d 'un SEGMENT :

  Câble coaxial épais RG11 d'au plus 500 mètres
  terminé à chaque extrémité par un terminateur (« bouchon »)
  (Impédance de 50Ω pour absorber le signal et réduire l'écho)

- CONNECTIQUE de RACCORDEMENT :

  Transceiver externe (MAU) directement en prise sur le câble
  = = > « prise vampire »

  \+

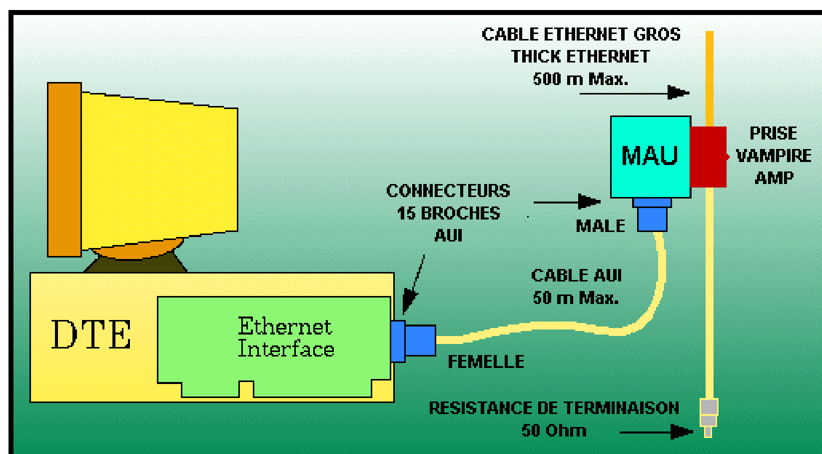
  Câble AUI 15 broches d'au plus 50 mètres,
  pour raccorder les prises femelles du Transceiver et de l'équipement (DTE), donc attacher la station au médium

- TOPOLOGIE PHYSIQUE :



10base5

- « Thick Ethernet » (Ethernet épais)
  - Coaxial (1cm de ∅, jaune, peu flexible, 50 ohms)
  - Jusqu'à 500 mètres de câble pour 1 segment
- Max 100 machines, tous les 2,5 mètres (bandes noires)
- MAU (transceiver) = prise vampire
- AUI = câble entre transceiver et machine
  - Prise 15 broches (DB15)
  - Longueur maximale du câble = 50 mètres
- Carte Ethernet avec connecteur 15 broches
- Topologie Bus


CABLE ETHERNET GROS
THICK ETHERNET
500 m Max.
MAU
PRISE
VAMPIRE
AMP
CONNECTEURS
15 BROCHES
AUI
MALE
CABLE AUI
50 m Max.
DTE
Ethernet
Interface
FEMELLE
RESISTANCE DE TERMINAISON
50 Ohm



10base2

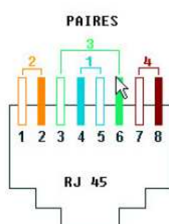
- « Thin Ethernet » (Ethernet fin) ou «Cheapernet»
  - Coaxial (0,5cm de ∅ , noir/gris, + flexible, 50 ohms)
    - Jusqu'à 185 mètres de câble pour un segment
    - Maximum de 30 machines
    - Espacées de 50 cm
- Transceiver peut être intégré à la carte Ethernet
  - Dans ce cas, pas besoin de câble de transceiver (AUI)
- Connectique T-BNC et barillet
  - Pour raccorder une machine directement au câble coaxial



10baseT

- Ethernet « à paire torsadée »
- Paire torsadée non blindée (Unshield Twisted Pair)
  - Catégorie 3 minimum
  - 4 paires polarisées (1 fil ⊕, 1 fil ⊖);
  - 100 mètres par segment;
  - Peut supporter le mode optionnel de fonctionnement
  - full duplex (802.3x);
  - Impédance 100 ohms;
- Tolopogie en étoile (répéteur)
- Transceiver le + souvent intégré à la carte Ethernet
- Connectique type RJ45 (8 broches)





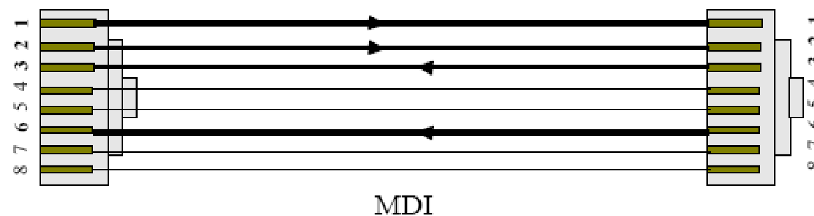






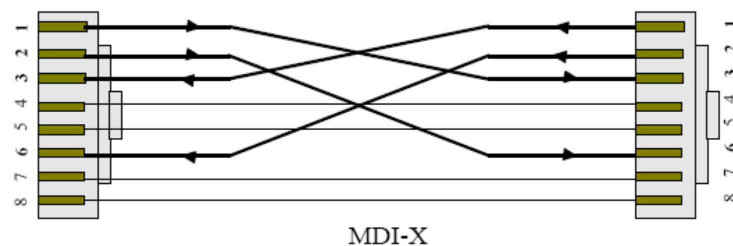
Câble Droit

- La liaison d'une station à une autre par un lien équipé de la même prise aux deux extrémités pose un **problème (symétrie).**
  - 2 fils sont dédiés à l'émission
  - 2 fils sont dédiés à la réception



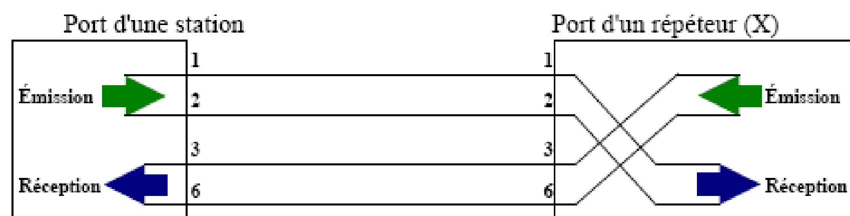
Câble « croisé »

- Pour relier deux machines entre elles, il faut donc inverser les connexions des fils aux broches de la prise entre les deux extrémités (MDI-X)
  - La broche d'émission doit être reliée à une broche de réception (et vice versa)



Câblage des ports d'équipements

- Pour éviter d'avoir à sertir des câbles croisés, les répéteurs, hubs, etc. fournissent des ports dont les fils sont croisés en interne (marqués d'un « X »)
  - Câble croisé entre deux machines ou deux hubs (MDI-X)
  - Câblage « droit » entre une machine et un hub (MDI), car les fils sont croisés à l'intérieur des ports des répéteurs



Câbles catégorie 3 droit et croisé :



Câbles catégorie 5 Droits et croisés



10baseF

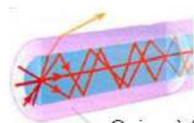
- FOIRL Fiber Optic InterRepeater Link (original)
- Seulement entre 2 répéteurs (ancien), 1000m max.
  - 10Base-F (nouveau) 3 types de segments:
  - 10Base-FL (Fiber Link) liaison optique (2000m)
  - 10Base-FB (Fiber Backbone) inter répéteurs
  - 10Base-FP (Fiber Passive) segment optique passif
  - Peut connecter jusqu'à 33 machines en étoile
- Codage Manchester avec lumière (LED ou laser)
  - allumée (1) ou éteinte (0)



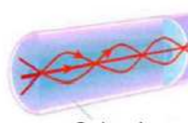
fibre optique Multimode

- Multimode (MMF) : 62,5/125
  - Noyau de 62,5µm, revêtement externe de 125µm
  - 2 brins ou un regroupement
  - Longueur d'onde 850 nm, perte max. 12,5 dB
  - Connecteur ST

Fibres multimode: diamètre de coeur de 50 à 80 microns



Gaine à faible indice
(ou saut d'indice)
Débit limité à 50 Mb/s



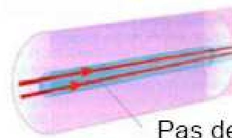
Gaine à gradient d'indice
(débit limité à 1Gb/s)



Fibre optique monomode

- Monomode (SMF)
  - Noyau compris entre 2 et 10 µm
  - Distance maximale bien supérieure (beaucoup + cher)

Fibres monomode: diamètre de coeur de 10 microns



Pas de réflexion ni de dispersion nodale



Record : 100 pétabits/s.km sur fibre optique

16:31 - mercredi 30 septembre 2009 par Matthieu Lamelot - source: Alcatel Lucent



Zoom

Les chercheurs du Bell Labs, l'unité de recherche du groupe Alcatel Lucent, de Villarceaux (Essonne) ont établi un nouveau record de vitesse pour une transmission sur fibre optique : ils ont réussi à maintenir une connexion à 15,5 Tbit/s sur une distance de 7000 kilomètres. Le record ainsi obtenu peut être exprimé en bits par seconde.kilomètre, « *une unité de mesure standard en transmission optique à haute vitesse* ».

Pour remettre cette information dans son contexte, 15,5 Tbit/s c'est suffisant pour transmettre à peu près 400 DVD simple couche en une seconde. C'est aussi suffisant pour remplir le plus gros disque dur existant aujourd'hui (2 To) en une seconde. 100 pétabits/s.km c'est encore un débit dix fois supérieur à celui des câbles sous-marins installés aujourd'hui. Bref un joli record qui vient battre à plates coutures celui établi en 2006 par l'opérateur japonais NTT : les chercheurs avaient alors certes atteint 14 Tbit/s, mais sur une distance de 160 km seulement.

Pour l'obtenir, Alcatel Lucent a utilisé 155 lasers émettant chacun sur une longueur d'onde (chaque laser ayant un débit individuel de 100 Gigabits/s). Les 155 signaux simultanés étaient multiplexés via la technique WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Et dire que dans quelques années cette bande passante ahurissante sera tout juste suffisante pour nous permettre de regarder les dernières vidéos 3D en quad HD buzzant sur le web...



Evolutions d'Ethernet

- Augmentation du débit
- 100Mbit/s **Fast Ethernet 802.3u (1995)**
- 1000Mbit/s **Gigabit Ethernet 802.3z (1998)**
- 100000Mbit/s **10Gbit/s 802.3ae (2002)**
- **Full duplex et contrôle de flot (IEEE 802.3x, 1997)**
  - Amélioration de la bande passante (100 + 100 = 200Mbit/s)
  - Suppression du principe CSMA/CD (plus de collision)
  - Gestion du droit de parole (goulets d'étranglement)
- Réseaux Locaux Virtuels (**VLAN)**
  - Souplesse d'utilisation, gain de bande passante et sécurité



Full duplex (802.3x)

- Communication simultanée possible dans les 2 sens
  - 10Base-T Full duplex = 20Mbit/s de bande passante
  - 100Base-T full duplex = 200Mbit/s bande passante
- Propriété du support et « compétence » des cartes Ethernet
  - Ex: 10BaseT, 10BaseF, 100BaseX (fibre, paire torsadée)
  - Contre-exemple: 10Base5, 10Base2 (coaxial) mais aussi 100BaseT4
- Plus de collision: CSMA/CD ne s'applique plus
  - Plus de limite liée au délai d'aller et retour (*slot time)*
  - Exemple: un segment 100Base-FX en full duplex peut atteindre 2km, contre 412m en half duplex (MMF)
  - Problèmes pour gérer le droit de parole



Gigabit Ethernet (802.3z)

- Supports et codages inspirés de Fibre Channel
- 1000Base-X
  - 1000Base-LX (fibre, grande long. d'onde): 3km SMF, 400/500m MMF
  - 1000Base-SX (fibre, long. d'onde courte): 200/500m en MMF
  - 1000Base-CX (2 paires de câble cuivré blindé 150 Ohm): 25m
- 1000Base-T (IEEE 803.2ab 1999) 4 paires UTP Cat 5: 100m
- 4B/5B remplacé par 8B/10B, auto-négociation étendue
- Diamètre max. de domaine de collision encore divisé par 10 si CSMA/CD?
  - Non: mécanismes ad hoc (*carrier extension/frame bursting)*
- Nette préférence pour Full Duplex
- En 10Gb, full duplex obligatoire

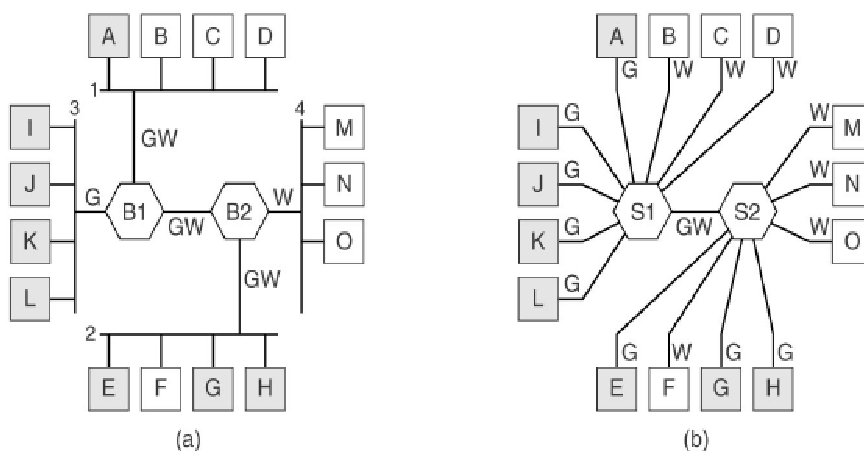
Réseaux Locaux Virtuels (VLAN)

Différents avantages des LAN
- Communication rapide, broadcasts, plug & play

Différents problèmes des LAN
- Sécurité, *broadcast storms, connectique*

Volonté de garder le meilleur en se passant du pire
- Fonctions de la couche 3 avec la vitesse de la couche 2
- Faciliter la gestion de la mobilité des postes (logicielle)
- Différencier clairement les domaines d'activités (sécurité)
- Conserver la compatibilité ascendante

Exemples de topologies



VLAN: les avantages

- Segmentation du réseau local flexible
  - regrouper les utilisateurs / ressources qui communiquent le plus fréquemment indépendamment de leur emplacement
- Organisation virtuelle, gestion simple des ressources
  - modifications logique ou géographiques facilitées, et gérées via la console (plutôt que dans l'armoire de brassage)
- Efficacité de bande passante / utilisation des serveurs
  - limitation de l'effet des inondations de broadcasts. Partage possible d'une même ressource par plusieurs VLAN
- Sécurité réseau améliorée
  - VLAN = frontière virtuelle, franchissable avec un routeur

Mise en oeuvre des VLAN

- Niveau 1: *VLAN par port*
  - L'administrateur associe un VLAN à chaque port
- Niveau 2: *VLAN par adresse MAC*
  - L'appartenance d'une trame à un VLAN est déterminée par l'adresse MAC de l'émetteur et / ou du destinataire
- Niveau 3: *VLAN par protocole*
  - L'appartenance d'une trame à un VLAN est déterminée par le protocole, le sous-réseau ou l'adresse de niveau 3



Compatibilité (1)

- Comment une machine fait elle pour savoir à quel VLAN elle appartient?
  - La machine peut ne pas le savoir, ou ne pas pouvoir l'exprimer
  - L'administrateur le spécifie au niveau des switchs
- Les switchs ajoutent des « étiquettes » (*tags) aux* trames, et masquent leur présence aux machines
  - Ces tags permettent d'aiguiller les trames entre switchs
  - Ils sont retirés de la trame avant qu'elle soit délivrée aux machines qui ne savent pas les interpréter.
- *A priori, seul le commutateur ou le pont a besoin de* connaître l'appartenance d'une trame à un VLAN



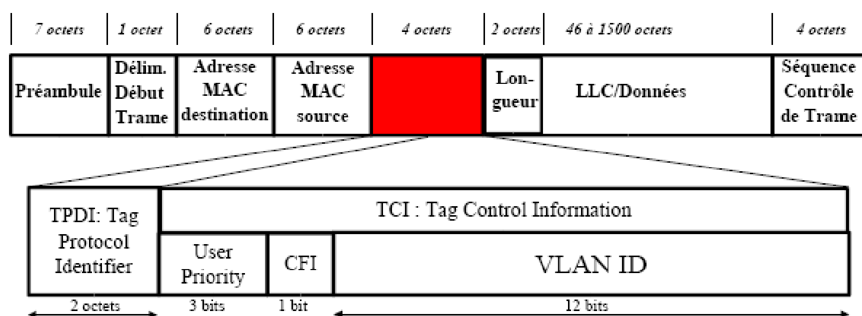
Extension des trames

- Norme IEEE **802.1Q (802.1p et 802.1q)**
  - Définissent respectivement des extensions pour :
    - La priorité, ou Qualité de Service au niveau MAC, qu'on appelle alors Classe de Service ou (**CoS)**
      - L'interopérabilité des réseaux locaux commutés (*Virtual Bridged Local Area Networks): les* ***VLAN***
  - Étendent le format d'Ethernet/IEEE 803.2
    - Ajoutent 4 octets pour spécifier ces informations (**tag)**
    - La longueur maximale d'une trame était de **1518 octets**
    - Elle passe à **1522 octets (attention à l'inter-opérabilité)**



Format de trame (802.1p & 802.q)

- Ajout d'un champ de 4 octets (**tag) après l'adresse** source





Champs IEEE 802.1p et 802.1q

- TPID (*Tag Protocol Identifier). 2 octets*
  - 0x**8100 pour les trames « taggées »**
- TCI (*Tag Control Information). 2 octets*
  - 3 premiers bits: *user priority (802.1p) de 0 à 7*
  - 1 bit CFI (*Canonical Format Indicator). Ethernet:0*
  - 12 bits:VID (*VLAN Identifier)*
    - 0 => l'en-tête ne contient que des infos de priorité
    - 1 => valeur par défaut d'identificateur de VLAN
    - FFF => réservé (implémentation)

